

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-228752
(43)Date of publication of application : 12.09.1989

(51)Int.Cl. B23Q 5/10
G05B 19/18
G05D 3/00

(21)Application number : 63-056660
(22)Date of filing : 10.03.1988

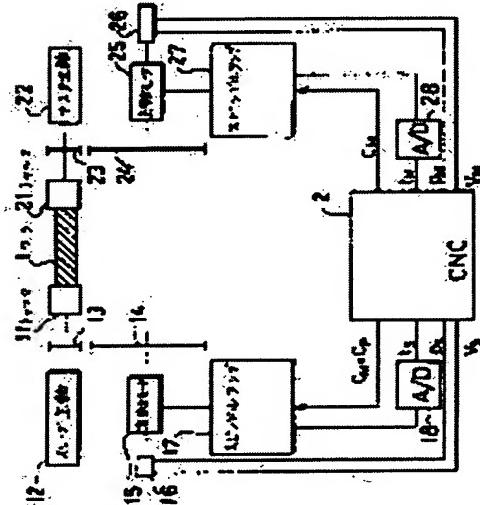
(71)Applicant : FANUC LTD
(72)Inventor : KAWAMURA HIDEAKI
FUJIBAYASHI KENTARO
KOZAI HARUHIKO

(54) SPINDLE SYNCHRONIZING SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent torsion applied to work in the spindle synchronizing system of a lathe having opposed spindles by calculating a command value for a slave spindle from the difference of each feedback value of position, speed, and torque.

CONSTITUTION: A work 1 is held by chucks 11, 21. A slave spindle 12 is connected with a spindle motor 15 through gears 13, 14. And a master spindle 22 is connected with a spindle motor 25 through gears 23, 24. The motor 15 is driven by a spindle amplifier 17, while the motor 25 is driven by a spindle amplifier 27. The sum of speed command CM and a corrected command value CP for the slave spindle is given to the spindle amplifier 17 as a command value. On the other hand, only the command value CM is given to the spindle amplifier 27. Accordingly, the slave spindle 12 is synchronized with the master spindle 22 by giving the corrected command CP to the amplifier 17. Besides, the command values CM, CP are given as speed command values.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) **公開特許公報 (A)**

(11) 特許出願公開番号

特開平1-228752

(43) 公開日 平成1年(1989)9月12日

(51) Int. C.I.⁵ 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
B 2 3 Q 5/10
G 0 5 B 19/18 Z
G 0 5 D 3/00 Q

B 2 3 Q 5/10
G 0 5 B 19/18 Z

審査請求 有 (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願昭63-56660

(71) 出願人 999999999

ファナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

(72) 発明者 川村 英昭

東京都日野市旭が丘3丁目5番地1 ファナック株式会社商品開発研究所内

(72) 発明者 藤林 謙太郎

東京都日野市旭が丘3丁目5番地1 ファナック株式会社商品開発研究所内

(72) 発明者 香西 治彦

東京都日野市旭が丘3丁目5番地1 ファナック株式会社商品開発研究所内

(74) 代理人 服部 毅巖

(54) 【発明の名称】主軸同期方式

(57) 【要約】本公報は電子出願前の出願データであるため要約のデータは記録されません。

1

2

【特許請求の範囲】

(1) 対向した主軸を有する旋盤の主軸を制御する主軸同期方式において、

第1の主軸をマスタ主軸とし、他の主軸をスレーブ主軸として指定し、

該マスタ主軸及び該スレーブ主軸の位置、速度及びトルクをフィードバックし、

前記マスタ主軸の位置、速度及びトルクと前記スレーブ主軸の位置、速度及びトルクとの差からスレーブ主軸に対する補正值を算出し、

10

前記マスタ主軸とスレーブ主軸を同期させるようにしたことを特徴とする主軸同期方式。

(2) 前記マスタ主軸と前記スレーブ主軸の指定は加工プログラムで指定することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の主軸同期方式。

(3) 前記マスタ主軸と前記スレーブ主軸との位置、速度及びトルクの差にそれぞれ所定の係数を乗じて前記補正值を算出することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の主軸同期方式。

(4) 前記スレーブ主軸に対して、トルク制限を設けたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の主軸同期方式。 20

⑩ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開
⑫ 公開特許公報 (A) 平1-228752

⑬ Int. Cl. 4	識別記号	厅内整理番号	⑭ 公開 平成1年(1989)9月12日
B 23 Q 5/10		7226-3C	
G 05 B 19/18		Z-7623-5H	
G 05 D 3/00		Q-8209-5H	審査請求 未請求 請求項の数 4 (全5頁)

⑮ 発明の名称 **主軸同期方式**

⑯ 特 願 昭63-56660
 ⑰ 出 願 昭63(1988)3月10日

⑱ 発明者 川村 美昭 東京都日野市旭が丘3丁目5番地1 フアナツク株式会社
 商品開発研究所内
 ⑲ 発明者 藤林 謙太郎 東京都日野市旭が丘3丁目5番地1 フアナツク株式会社
 商品開発研究所内
 ⑳ 発明者 香西 治彦 東京都日野市旭が丘3丁目5番地1 フアナツク株式会社
 商品開発研究所内
 ㉑ 出願人 フアナツク株式会社
 ㉒ 代理人 弁理士 服部 純

明細書

1. 発明の名称

主軸同期方式

2. 特許請求の範囲

(1) 対向した主軸を有する旋盤の主軸を制御する主軸同期方式において、

第1の主軸をマスタ主軸とし、他の主軸をスレーブ主軸として指定し、

該マスタ主軸及び該スレーブ主軸の位置、速度及びトルクをフィードバックし、

前記マスタ主軸の位置、速度及びトルクと前記スレーブ主軸の位置、速度及びトルクとの差からスレーブ主軸に対する補正值を算出し、

前記マスタ主軸とスレーブ主軸を同期させるようにしたことを特徴とする主軸同期方式。

(2) 前記マスタ主軸と前記スレーブ主軸の指定は加工プログラムで指定することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の主軸同期方式。

(3) 前記マスタ主軸と前記スレーブ主軸との位置、速度及びトルクの差にそれぞれ所定の係数を乗じて前記補正值を算出することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の主軸同期方式。

(4) 前記スレーブ主軸に対して、トルク制限を設けたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の主軸同期方式。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は主軸同期方式に関し、特に対向した主軸を有する旋盤の主軸を正確に同期運転するための主軸同期方式に関する。

〔従来の技術〕

長いワークを加工したり、ワークを突っ切るために対向した主軸を有する旋盤が実用化されている。この旋盤では主軸の回転速度が相当の精度で等しくなっていかなければならない。このために、

特開平1-228752(2)

両方のスピンドルアンプに同一の指令を与える、同一仕様のスピンドルアンプ、主軸モータを使用し、機械の負荷も同一にする。しかし、実際は主軸モータ、スピンドルアンプ等のわずかな特性の違いのために、完全に同期をとることはできない。

(発明が解決しようとする課題)

このために、ワークに無理な捩じれ力等がかかり、加工精度を低下させ、ワークに歪を与えてワークを突っ切ったときに、ワークの切り口の中心に捩じられた切残し部が残ってしまう等の問題点がある。

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、対向した主軸を有する旋盤の主軸を正確に同期運転するための主軸同期方式を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

本発明はでは上記課題を解決するために、対向した主軸を有する旋盤の主軸を制御する主

する。

第1図に本発明の一実施例の主軸同期方式の概略のブロック図を示す。図において、1はワークであり、それぞれのチャック11及び21によって保持されている。12はスレーブ主軸であり、歯車13及び14を介して、主軸モータ15に結合されている。22はマスタ主軸であり、歯車23及び24を介して、主軸モータ25に結合されている。

主軸モータ15には位置及び速度フィードバック用にパルスコード16が取り付けられている。同様に、主軸モータ25には位置及び速度フィードバック用にパルスコード26が取り付けられている。これらのパルスコードは、パルスコードをスレーブ主軸12とマスタ主軸22に取り付け、主軸モータ15及び16に速度フィードバック用にタコジエネレータを設けるように構成することもできる。

主軸モータ15はスピンドルアンプ17によつて駆動され、主軸モータ25はスピンドルアンプ

軸同期方式において、

第1の主軸をマスタ主軸とし、他の主軸をスレーブ主軸として指定し、

該マスタ主軸及び該スレーブ主軸の位置、速度及びトルクをフィードバックし、

前記マスタ主軸の位置、速度及びトルクと前記スレーブ主軸の位置、速度及びトルクとの差からスレーブ主軸に対する補正值を算出し、

前記マスタ主軸とスレーブ主軸を同期させるようとしたことを特徴とする主軸同期方式が、提供される。

(作用)

マスタ主軸とスレーブ主軸の位置、速度及びトルク差からスレーブ主軸に与える補正值を算出するので、正確な補正值が計算でき、マスタ主軸とスレーブ主軸の同期を正確にとることができる。

(実施例)

以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明

27によって駆動される。ここで、スピンドルアンプ17及び27はマイクロプロセッサ、メモリ等を有する速度制御回路、パワートランジスタ等を有するパワーアンプから構成されている。

スピンドルアンプ17には速度指令 C_x とスレーブ主軸用の補正指令値 C_p の和が指令値として与えられる。これに対して、スピンドルアンプ27には指令値 C_w のみが与えられる。すなわち、スレーブ主軸12用のスピンドルアンプ17に対して、補正指令 C_p を与えることにより、スレーブ主軸12とマスタ主軸22の同期をとる。なお、指令値 C_w 及び C_p は速度指令値として与えられる。

一方、この補正指令値 C_p を算出するため、主軸モータ15及び主軸モータ25から、位置、速度、トルクのフィードバックが取られる。

位置フィードバックはパルスコード16と26から P_x 、 P_w として、そのまま数値制御装置(CNC)1にフィードバックされる。

速度はパルスコード16及び26から、 v_x 、

特開平1-228752(3)

v_n として、数値制御装置 1 にフィードバックされる。実際はパルス信号としてフィードバックされたものを、数値制御装置 1 内でパルス列を速度信号に変換する。

トルクはスピンドルアンプ 17 あるいは 27 内の主軸モータの電流から検出され、A/D 変換器 18 及び 28 でデジタル値に変換されて、数値制御装置 1 にフィードバックされる。

これらの位置、速度、トルクのフィードバック信号を一旦速度信号に変換し、適当なゲインを乗じて、スレーブ主軸 12 用の主軸モータ 15 に対する補正值 C_v を算出する。これらのゲインは主軸モータ、機械のイナーシャ等の特性によって決定される。

なお、スレーブ主軸 12 へのトルク指令が余りに過大になると、かえってワークに過大な応力をかけることになり、加工上好ましくないので、スレーブ主軸 12 用の主軸モータ 15 のトルクが一定値以上になったときは、スレーブ主軸 12 のトルクを一定値に制限する。この制限値はパラメー

タ等で設定することができる。

第2図(a)及び(b)に本発明の主軸同期方式のソフトウェアの処理のフローチャート図を示す。図において、S に続く数値はステップ番号を示す。

(S1) マスタ主軸のトルクフィードバック t_m 、スレーブ主軸のトルクフィードバック t_s を読み取る。

(S2) トルク t_m がパラメータで設定されたトルク t_c 以上か調べ、 t_c 以上であれば S16へ、以下なら S3 へいく。

(S3) マスタ主軸のトルク t_m とスレーブ主軸のトルク t_s との差 t_d を求める。

(S4) トルク差 t_d をトルク差を累積せたいに加え、 t_d と置き換える。

(S5) t_d にゲイン K_1 を掛け、トルク差による補正分を算出する。

(S6) 補正分 T は補正值として出力されるので、これをトルク差の累積値 t_d から差し引く。

上記の S3 ～ S6 の演算はブロック図で示すと

第3図のようになる。第3図はトルク差によるスレーブ主軸の補正值を算出するためのブロック図である。また、スレーブ主軸の補正值はスピンドルアンプ 17 への速度指令値の補正值 C_v として与えられるので、トルク差に対して積分演算をおこない補正值を計算している。

(S7) マスタ主軸の位置フィードバック p_m 、スレーブ主軸の位置フィードバック p_s を読み取る。

(S8) 両者の差 p_d を求める。

(S9) 差分 p_d から 1 回前の差分 p_{d-1} との差 p_d を求める。

(S10) 差分 p_d にゲイン K_2 を掛け、位置の差による補正值 P を求める。

(S11) 差分 p_d を 1 回前の差分 p_{d-1} に置き換える。

(S12) マスタ主軸の速度フィードバック v_m 、スレーブ主軸の速度フィードバック v_s を読み取る。

(S13) 両者の差 v_d を求める。

(S14) 速度差 v_d にゲイン K_3 を掛け、補正值 V を求める。

(S15) 以上求めた、トルク差による補正值 T 、位置の差による補正值 P 、速度差による補正值 V を加えて、スレーブ主軸に対する補正值 C_v を求める。

(S16) スレーブ主軸のトルクがパラメータで設定された値 t_c 以上であるので、補正值 C_v を 0 にする。

(S17) マスタ主軸に対する指令値 C_m とスレーブ主軸に対する補正指令値 C_v を加えて、スレーブ主軸に対する指令値 C_s を求める。

なお、上記のゲイン K_1 、 K_2 、 K_3 はそれぞれの主軸モータ、機械的条件によって決定される。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明では、スレーブ主軸の指令値を位置、速度及びトルクのそれぞれのフィードバック値の差分から算出するように構成したので、精度の高い主軸の同期運転が可能になり、

特開平1-228752(4)

ワークにかかる振じりを防止し、ワークの加工精度を向上させることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の主軸同期方式の概略のブロック図、

第2図(a)及び(b)に本発明の主軸同期方式のソフトウェアの処理のフローチャート図、

第3図はトルク差によるスレーブ主軸の補正值を算出するためのブロック図である。

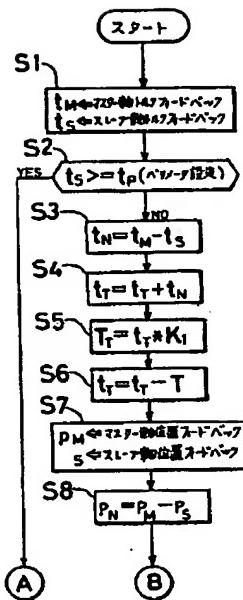
- 22 マスター主軸
- 25 主軸モータ
- 26 パルスコード
- 27 スピンドルアンプ
- 28 A/D変換器
- C_M 速度指令値
- C_P スレーブ主軸に対する補正指令値

特許出願人 ファナック株式会社

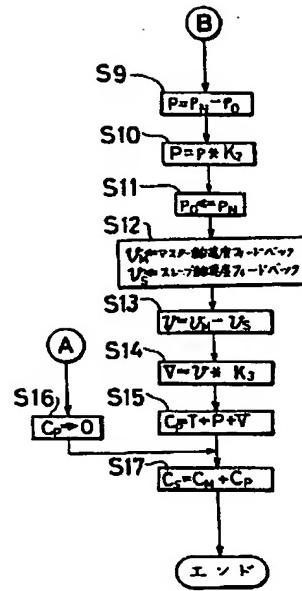
代理人 弁理士 服部毅

- 1 ワーク
- 2 數値制御装置(CNC)
- 11 チャック
- 12 スレーブ主軸
- 15 主軸モータ
- 16 パルスコード
- 17 スピンドルアンプ
- 18 A/D変換器
- 21 チャック
- 22 マスター主軸
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50
- 51
- 52
- 53
- 54
- 55
- 56
- 57
- 58
- 59
- 60
- 61
- 62
- 63
- 64
- 65
- 66
- 67
- 68
- 69
- 70
- 71
- 72
- 73
- 74
- 75
- 76
- 77
- 78
- 79
- 80
- 81
- 82
- 83
- 84
- 85
- 86
- 87
- 88
- 89
- 90
- 91
- 92
- 93
- 94
- 95
- 96
- 97
- 98
- 99
- 100
- 101
- 102
- 103
- 104
- 105
- 106
- 107
- 108
- 109
- 110
- 111
- 112
- 113
- 114
- 115
- 116
- 117
- 118
- 119
- 120
- 121
- 122
- 123
- 124
- 125
- 126
- 127
- 128
- 129
- 130
- 131
- 132
- 133
- 134
- 135
- 136
- 137
- 138
- 139
- 140
- 141
- 142
- 143
- 144
- 145
- 146
- 147
- 148
- 149
- 150
- 151
- 152
- 153
- 154
- 155
- 156
- 157
- 158
- 159
- 160
- 161
- 162
- 163
- 164
- 165
- 166
- 167
- 168
- 169
- 170
- 171
- 172
- 173
- 174
- 175
- 176
- 177
- 178
- 179
- 180
- 181
- 182
- 183
- 184
- 185
- 186
- 187
- 188
- 189
- 190
- 191
- 192
- 193
- 194
- 195
- 196
- 197
- 198
- 199
- 200
- 201
- 202
- 203
- 204
- 205
- 206
- 207
- 208
- 209
- 210
- 211
- 212
- 213
- 214
- 215
- 216
- 217
- 218
- 219
- 220
- 221
- 222
- 223
- 224
- 225
- 226
- 227
- 228
- 229
- 230
- 231
- 232
- 233
- 234
- 235
- 236
- 237
- 238
- 239
- 240
- 241
- 242
- 243
- 244
- 245
- 246
- 247
- 248
- 249
- 250
- 251
- 252
- 253
- 254
- 255
- 256
- 257
- 258
- 259
- 260
- 261
- 262
- 263
- 264
- 265
- 266
- 267
- 268
- 269
- 270
- 271
- 272
- 273
- 274
- 275
- 276
- 277
- 278
- 279
- 280
- 281
- 282
- 283
- 284
- 285
- 286
- 287
- 288
- 289
- 290
- 291
- 292
- 293
- 294
- 295
- 296
- 297
- 298
- 299
- 300
- 301
- 302
- 303
- 304
- 305
- 306
- 307
- 308
- 309
- 310
- 311
- 312
- 313
- 314
- 315
- 316
- 317
- 318
- 319
- 320
- 321
- 322
- 323
- 324
- 325
- 326
- 327
- 328
- 329
- 330
- 331
- 332
- 333
- 334
- 335
- 336
- 337
- 338
- 339
- 340
- 341
- 342
- 343
- 344
- 345
- 346
- 347
- 348
- 349
- 350
- 351
- 352
- 353
- 354
- 355
- 356
- 357
- 358
- 359
- 360
- 361
- 362
- 363
- 364
- 365
- 366
- 367
- 368
- 369
- 370
- 371
- 372
- 373
- 374
- 375
- 376
- 377
- 378
- 379
- 380
- 381
- 382
- 383
- 384
- 385
- 386
- 387
- 388
- 389
- 390
- 391
- 392
- 393
- 394
- 395
- 396
- 397
- 398
- 399
- 400
- 401
- 402
- 403
- 404
- 405
- 406
- 407
- 408
- 409
- 410
- 411
- 412
- 413
- 414
- 415
- 416
- 417
- 418
- 419
- 420
- 421
- 422
- 423
- 424
- 425
- 426
- 427
- 428
- 429
- 430
- 431
- 432
- 433
- 434
- 435
- 436
- 437
- 438
- 439
- 440
- 441
- 442
- 443
- 444
- 445
- 446
- 447
- 448
- 449
- 450
- 451
- 452
- 453
- 454
- 455
- 456
- 457
- 458
- 459
- 460
- 461
- 462
- 463
- 464
- 465
- 466
- 467
- 468
- 469
- 470
- 471
- 472
- 473
- 474
- 475
- 476
- 477
- 478
- 479
- 480
- 481
- 482
- 483
- 484
- 485
- 486
- 487
- 488
- 489
- 490
- 491
- 492
- 493
- 494
- 495
- 496
- 497
- 498
- 499
- 500
- 501
- 502
- 503
- 504
- 505
- 506
- 507
- 508
- 509
- 510
- 511
- 512
- 513
- 514
- 515
- 516
- 517
- 518
- 519
- 520
- 521
- 522
- 523
- 524
- 525
- 526
- 527
- 528
- 529
- 530
- 531
- 532
- 533
- 534
- 535
- 536
- 537
- 538
- 539
- 540
- 541
- 542
- 543
- 544
- 545
- 546
- 547
- 548
- 549
- 550
- 551
- 552
- 553
- 554
- 555
- 556
- 557
- 558
- 559
- 560
- 561
- 562
- 563
- 564
- 565
- 566
- 567
- 568
- 569
- 570
- 571
- 572
- 573
- 574
- 575
- 576
- 577
- 578
- 579
- 580
- 581
- 582
- 583
- 584
- 585
- 586
- 587
- 588
- 589
- 590
- 591
- 592
- 593
- 594
- 595
- 596
- 597
- 598
- 599
- 600
- 601
- 602
- 603
- 604
- 605
- 606
- 607
- 608
- 609
- 610
- 611
- 612
- 613
- 614
- 615
- 616
- 617
- 618
- 619
- 620
- 621
- 622
- 623
- 624
- 625
- 626
- 627
- 628
- 629
- 630
- 631
- 632
- 633
- 634
- 635
- 636
- 637
- 638
- 639
- 640
- 641
- 642
- 643
- 644
- 645
- 646
- 647
- 648
- 649
- 650
- 651
- 652
- 653
- 654
- 655
- 656
- 657
- 658
- 659
- 660
- 661
- 662
- 663
- 664
- 665
- 666
- 667
- 668
- 669
- 670
- 671
- 672
- 673
- 674
- 675
- 676
- 677
- 678
- 679
- 680
- 681
- 682
- 683
- 684
- 685
- 686
- 687
- 688
- 689
- 690
- 691
- 692
- 693
- 694
- 695
- 696
- 697
- 698
- 699
- 700
- 701
- 702
- 703
- 704
- 705
- 706
- 707
- 708
- 709
- 710
- 711
- 712
- 713
- 714
- 715
- 716
- 717
- 718
- 719
- 720
- 721
- 722
- 723
- 724
- 725
- 726
- 727
- 728
- 729
- 730
- 731
- 732
- 733
- 734
- 735
- 736
- 737
- 738
- 739
- 740
- 741
- 742
- 743
- 744
- 745
- 746
- 747
- 748
- 749
- 750
- 751
- 752
- 753
- 754
- 755
- 756
- 757
- 758
- 759
- 760
- 761
- 762
- 763
- 764
- 765
- 766
- 767
- 768
- 769
- 770
- 771
- 772
- 773
- 774
- 775
- 776
- 777
- 778
- 779
- 780
- 781
- 782
- 783
- 784
- 785
- 786
- 787
- 788
- 789
- 790
- 791
- 792
- 793
- 794
- 795
- 796
- 797
- 798
- 799
- 800
- 801
- 802
- 803
- 804
- 805
- 806
- 807
- 808
- 809
- 810
- 811
- 812
- 813
- 814
- 815
- 816
- 817
- 818
- 819
- 820
- 821
- 822
- 823
- 824
- 825
- 826
- 827
- 828
- 829
- 830
- 831
- 832
- 833
- 834
- 835
- 836
- 837
- 838
- 839
- 840
- 841
- 842
- 843
- 844
- 845
- 846
- 847
- 848
- 849
- 850
- 851
- 852
- 853
- 854
- 855
- 856
- 857
- 858
- 859
- 860
- 861
- 862
- 863
- 864
- 865
- 866
- 867
- 868
- 869
- 870
- 871
- 872
- 873
- 874
- 875
- 876
- 877
- 878
- 879
- 880
- 881
- 882
- 883
- 884
- 885
- 886
- 887
- 888
- 889
- 890
- 891
- 892
- 893
- 894
- 895
- 896
- 897
- 898
- 899
- 900
- 901
- 902
- 903
- 904
- 905
- 906
- 907
- 908
- 909
- 910
- 911
- 912
- 913
- 914
- 915
- 916
- 917
- 918
- 919
- 920
- 921
- 922
- 923
- 924
- 925
- 926
- 927
- 928
- 929
- 930
- 931
- 932
- 933
- 934
- 935
- 936
- 937
- 938
- 939
- 940
- 941
- 942
- 943
- 944
- 945
- 946
- 947
- 948
- 949
- 950
- 951
- 952
- 953
- 954
- 955
- 956
- 957
- 958
- 959
- 960
- 961
- 962
- 963
- 964
- 965
- 966
- 967
- 968
- 969
- 970
- 971
- 972
- 973
- 974
- 975
- 976
- 977
- 978
- 979
- 980
- 981
- 982
- 983
- 984
- 985
- 986
- 987
- 988
- 989
- 990
- 991
- 992
- 993
- 994
- 995
- 996
- 997
- 998
- 999
- 1000
- 1001
- 1002
- 1003
- 1004
- 1005
- 1006
- 1007
- 1008
- 1009
- 1010
- 1011
- 1012
- 1013
- 1014
- 1015
- 1016
- 1017
- 1018
- 1019
- 1020
- 1021
- 1022
- 1023
- 1024
- 1025
- 1026
- 1027
- 1028
- 1029
- 1030
- 1031
- 1032
- 1033
- 1034
- 1035
- 1036
- 1037
- 1038
- 1039
- 1040
- 1041
- 1042
- 1043
- 1044
- 1045
- 1046
- 1047
- 1048
- 1049
- 1050
- 1051
- 1052
- 1053
- 1054
- 1055
- 1056
- 1057
- 1058
- 1059
- 1060
- 1061
- 1062
- 1063
- 1064
- 1065
- 1066
- 1067
- 1068
- 1069
- 1070
- 1071
- 1072
- 1073
- 1074
- 1075
- 1076
- 1077
- 1078
- 1079
- 1080
- 1081
- 1082
- 1083
- 1084
- 1085
- 1086
- 1087
- 1088
- 1089
- 1090
- 1091
- 1092
- 1093
- 1094
- 1095
- 1096
- 1097
- 1098
- 1099
- 1100
- 1101
- 1102
- 1103
- 1104
- 1105
- 1106
- 1107
- 1108
- 1109
- 1110
- 1111
- 1112
- 1113
- 1114
- 1115
- 1116
- 1117
- 1118
- 1119
- 1120
- 1121
- 1122
- 1123
- 1124
- 1125
- 1126
- 1127
- 1128
- 1129
- 1130
- 1131
- 1132
- 1133
- 1134
- 1135
- 1136
- 1137
- 1138
- 1139
- 1140
- 1141
- 1142
- 1143
- 1144
- 1145
- 1146
- 1147
- 1148
- 1149
- 1150
- 1151
- 1152
- 1153
- 1154
- 1155
- 1156
- 1157
- 1158
- 1159
- 1160
- 1161
- 1162
- 1163
- 1164
- 1165
- 1166
- 1167
- 1168
- 1169
- 1170
- 1171
- 1172
- 1173
- 1174
- 1175
- 1176
- 1177
- 1178
- 1179
- 1180
- 1181
- 1182
- 1183
- 1184
- 1185
- 1186
- 1187
- 1188
- 1189
- 1190
- 1191
- 1192
- 1193
- 1194
- 1195
- 1196
- 1197
- 1198
- 1199
- 1200
- 1201
- 1202
- 1203
- 1204
- 1205
- 1206
- 1207
- 1208
- 1209
- 1210
- 1211
- 1212
- 1213
- 1214
- 1215
- 1216
- 1217
- 1218
- 1219
- 1220
- 1221
- 1222
- 1223
- 1224
- 1225
- 1226
- 1227
- 1228
- 1229
- 1230
- 1231
- 1232
- 1233
- 1234
- 1235
- 1236
- 1237
- 1238
- 1239
- 1240
- 1241
- 1242
- 1243
- 1244
- 1245
- 1246
- 1247
- 1248
- 1249
- 1250
- 1251
- 1252
- 1253
- 1254
- 1255
- 1256
- 1257
- 1258
- 1259
- 1260
- 1261
- 1262
- 1263
- 1264
- 1265
- 1266
- 1267
- 1268
- 1269
- 1270
- 1271
- 1272
- 1273
- 1274
- 1275
- 1276
- 1277
- 1278
- 1279
- 1280
- 1281
- 1282
- 1283
- 1284
- 1285
- 1286
- 1287
- 1288
- 1289
- 1290
- 1291
- 1292
- 1293
- 1294
- 1295
- 1296
- 1297
- 1298
- 1299
- 1300
- 1301
- 1302
- 1303
- 1304
- 1305
- 1306
- 1307
- 1308
- 1309
- 1310
- 1311
- 1312
- 1313
- 1314
- 1315
- 1316

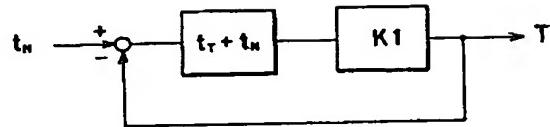
特開平1-228752(5)



第2図(a)



第2図(b)



第3図